



## **PENGARUH KONVEKSI UDARA PAKSA PADA GASIFIKASI BIOMASSA JERAMI PADI DENGAN BONGGOL JAGUNG TERHADAP SYNGAS DAN NILAI TAR**

**Ibnu Irawan<sup>1</sup>, Fatanur Baity Tsulutsya<sup>2</sup>, Wildan Alim<sup>3</sup>, Rullie Annisa<sup>4</sup>**

<sup>1,3</sup> Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia

<sup>2,4</sup> Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia

email: [ibnu.irawan@trunojoyo.ac.id](mailto:ibnu.irawan@trunojoyo.ac.id)

### **ABSTRAK**

Gasifikasi menggunakan bahan jerami padi dengan bongkol jagung adalah teknologi yang baru, karena dapat mengkonversi bahan baku yang kaya unsur karbon menjadi *syntetic gas* (syngas) yang dapat dibakar dengan mudah. Reaktor gasifikasi adalah model *downdraft*. Metode eksperimental dengan perbandingan variasi jerami padi dan bongkol jagung yaitu 50 : 50. Syngas yang diukur adalah Hidrogen (H<sub>2</sub>)<sub>g</sub>, Karbonmonoksida (CO)<sub>g</sub>, Metana (CH<sub>4</sub>)<sub>g</sub>. Optimalisasi kerja reaktor gasifikasi ini, yakni dengan cara dengan meningkatkan temperatur pada zona oksidasi. Peningkatan temperatur di zona pembakaran dapat menyebabkan kualitas syngas menjadi baik. Syngas dengan kualitas yang baik akan mempengaruhi nilai kalor bahan bakar dan nilai tar yang sedikit. Hasil syngas yang diperoleh dengan konveksi udara paksa 0.0086 kg/s adalah 16.34 % CO dan 12.50 % gas H<sub>2</sub>. Nilai tertinggi pada gas CH<sub>4</sub> pada konveksi udara paksa 0.0081 kg/s adalah 2.01 %. Volume tar paling rendah merupakan nilai terbaik pada gasifikasi dengan konveksi udara paksa 0.0086 kg/s yaitu 73.81 mg/m<sup>3</sup>. Massa abu paling sedikit pada konveksi udara paksa 0.0086 kg/s bernilai 80.43 gr. Maka kesimpulan dari variasi pengaruh konveksi udara paksa yang paling baik pada proses gasifikasi yaitu pada penggunaan konveksi udara paksa sebesar 0.0086 kg/s.

**Kata kunci:** *Konveksi Udara Paksa, Gasifikasi, Bonggol Jagung, Jerami Padi, Syngas.*

### **PENDAHULUAN**

Madura memiliki luas wilayah yang besar dengan potensi produksi jagung yang banyak. Kawasan dengan potensi jagung tersebar di 4 kabupaten di pulau Madura. Pulau Madura sedikitnya memiliki luas lahan potensial jagung mencapai 300 ribu hektar, dimana produksi per hektar mencapai 10 ton. Biomassa jerami padi banyak terdapat di pulau madura juga dimana proses pengolahannya dipakai untuk pakan ternak dan ada Sebagian yang dibakar sehingga menimbulkan polusi udara.

Gasifikasi adalah reaksi kimia termal yang mengkonversi unsur karbon di dalam biomassa menjadi bahan bakar gas yang bermanfaat atau menjadi bahan baku kimia melalui proses oksidasi parsial dengan udara, oksigen, atau uap [2]. Proses gasifikasi umumnya dibagi 4 klasifikasi, yaitu pengeringan (*Drying*), hampa udara (*Pirolisis*), Pembakaran (*Oksidasi*), dan Pengurangan (*Reduksi*)[6]. *Syngas* adalah hasil dari proses gasifikasi berupa gas yang terdiri dari gas karbon monoksida (CO), hidrogen (H<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) serta hidrokarbon ringan, seperti etana dan propana, dan hidrokarbon yang lebih berat, seperti tar,

gas yang tidak diinginkan, seperti *sulphidric* ( $H_2S$ ) dan asam *chloridric* ( $HCl$ ), atau inert gas, seperti nitrogen ( $N_2$ ), juga terdapat dalam *syngas* [2].

Gasifikasi dengan model *downdraft* memiliki nilai baik dari efisiensi konversi gas yang tinggi, dengan nilai tar dan kandungan partikulat yang sedikit dalam *syngas* dibandingkan model reaktor yang lain [8]. Pada gasifikasi dengan penambahan udara dari luar, merupakan faktor yang sangat penting, karena sedikit banyaknya nilai *syngas* yang dihasilkan, kandungan zat kimia dalam *syngas*, tingkat konsumsi biomassa, dan jumlah tar yang didapatkan semuanya dapat dipengaruhi yaitu dari jumlah udara yang dimasukkan kedalam reaktor gasifikasi [1],[4]. Hasil produksi *syngas* yang terhambat oleh abu didalam reaktor akan mengakibatkan kualitas *syngas* menurun, yaitu pada senyawa CO dan  $H_2$ [5],[9].

Tar merupakan cairan kental berwarna hitam yang dihasilkan pada proses gasifikasi [2]. Tar merupakan indikator yang berhubungan dengan keadaan pirolisis pada reaktor terjadi atau tidaknya, sehingga semakin banyak nilai tar maka proses pirolisis kecil terjadi atau tidak sama sekali [3],[7]. Desain reaktor yang bagus akan menghasilkan nilai tar minimal  $1 \text{ gr/m}^3$ .

Pengambilan nilai tar yaitu dengan menghitung akumulasi nilai tar yang didapatkan pada keluaran kondensator dengan menggunakan rumus sebagai berikut [2].

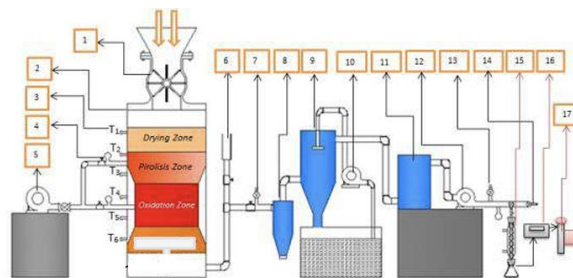
$$\text{Nilai Tar} = \frac{m_{(\text{tar})}}{V_{(\text{sampling gas})}} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \quad (1)$$

Keterangan :

- $M_{(\text{tar})}$  = Massa Tar (kg)  
 $V_{(\text{sampling gas})}$  = Volume gas saat pengambilan tar ( $\text{m}^3$ )

## PROSEDUR EKSPERIMEN

### Instalasi Peralatan Pengujian



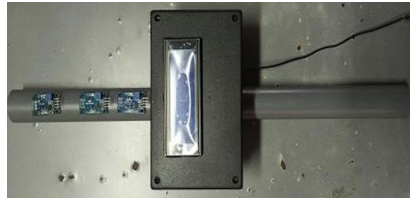
Gambar 1. Instalasi Peralatan Pengujian Reaktor Gasifikasi Tipe Downdraft

Keterangan Gambar :

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. Pengumpan          | 9. Penyemprot air        |
| 2. Reaktor            | 10. Pompa air            |
| 3. Termodigital       | 11. Filter Udara         |
| 4. Kran Udara         | 12. Fan Hisap            |
| 5. Fan                | 14. Gas deteksi luar     |
| 6&13. Titik suar      | 15. Kondensor Tar        |
| 7. Gas deteksi dini   | 16. <i>Flowmeter Gas</i> |
| 8. Gas <i>cyclone</i> | 17. Pompa vakum          |

### Syngas Meter

Alat ini berfungsi untuk mengukur nilai kandungan gas  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ , dan  $\text{H}_2$  yang mengalir pada saluran keluar proses gasifikasi.



Gambar 2. Syngas Meter

### Kondensator Tar

Alat ini berfungsi sebagai tempat mengkondensasikan hasil proses gasifikasi. Berikut adalah kondensator tar yang digunakan dalam penelitian.

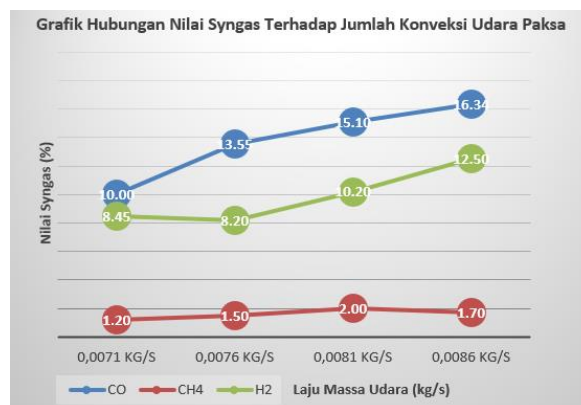


Gambar 3. Kondensator Tar

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Nilai Syngas

Nilai *syngas* pada proses gasifikasi menggunakan bahan baku bongkol jagung dan jerami padi adalah gas  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$  dan  $\text{H}_2$  ditunjukkan pada Gambar 4. Kandungan gas  $\text{CO}$  diperoleh dengan jumlah paling besar jumlahnya daripada kandungan gas  $\text{CH}_4$  dan  $\text{H}_2$ . Selain itu jumlah kandungan gas  $\text{CO}$  terus mengalami peningkatan jumlahnya dengan semakin besar variasi laju alir massa udara yang digunakan.



Gambar 4. Grafik hubungan nilai syngas terhadap jumlah konveksi udara paksa

Data nilai *syngas* diatas diikuti dengan perbedaan temperatur di beberapa zona reaktor gasifikasi tipe *downdraft* ini.

### Nilai Tar

Nilai tar yang dihasilkan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 5. Nilai tar yang dihasilkan jumlahnya terus mengalami penurunan dengan semakin besar variasi laju alir massa

udara yang digunakan. Nilai tar paling rendah diperoleh sebesar 73.80[mg/m<sup>3</sup>] dengan menggunakan variasi penambahan konveksi udara paksa sebesar 0.0086 kg/s, sedangkan kandungan tar tertinggi sebesar 120.22 [mg/m<sup>3</sup>] dengan menggunakan variasi laju alir massa udara 0,0071 kg/s. Nilai tar yang dihasilkan dapat dipengaruhi juga oleh temperatur selama proses gasifikasi, dimana semakin besar temperatur atau semakin tinggi temperatur yang dihasilkan maka semakin sedikit tar yang dihasilkan.

Tabel 1. Data Pengukuran Nilai Tar Pada Variasi Penambahan Udara Konveksi Paksa.

$\dot{m}$	0.0071 (kg/s)	0.0076 (kg/s)	0.0081 (kg/s)	0.0086 (kg/s)
(%) tar	120.22	110.50	98.45	73.80



Gambar 5. Grafik Hubungan Nilai Tar Terhadap Massa Udara Konveksi Paksa

### Nilai Abu

Pengukuran nilai massa abu pada proses gasifikasi dapat ditunjukkan pada Gambar 6. Massa abu paling sedikit yaitu pada jumlah massa konveksi udara paksa sebesar 0.0086kg/s didapatkan nilai 80.45 gr, sedangkan nilai pengukuran massa abu terbanyak yaitu pada penambahan massa udara konveksi paksa 0.0070 kg/s didapatkan nilai sebesar 130.39 gr.

Massa abu cenderung mengalami penurunan nilainya seiring dengan meningkatnya variasi massa konveksi udara paksa, hal ini disebabkan besarnya massa udara yang digunakan, sehingga menyebabkan pembakaran pada bongko; jagung dan jerami padi yang digunakan lebih cepat terbakar. Proses pembakaran tersebut yang menyebabkan temperatur semakin meningkat. Temperatur yang semakin meningkat pada proses gasifikasi di reaktor gasifikasi tipe *downdraft* ini akan menyebabkan jumlah massa abu yang lebih rendah, oleh sebab itu semakin kecil nilai massa abu yang diperoleh maka semakin optimal proses yang dilakukan pada proses gasifikasi tersebut.

Tabel 2. Pengukuran Massa Abu

$\dot{m}$	0.0071 (kg/s)	0.0076 (kg/s)	0.0081 (kg/s)	0.0086 (kg/s)
Massa Abu	130.39	120.90	100.56	80.45



Gambar 6. Grafik Hubungan Nilai Tar Terhadap Massa Udara Konveksi Paksa

### KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian konversi biomassa menjadi bahan bakar gas atau proses konversi energi dengan menggunakan bahan baku bongkol jagung yang dicampur dengan jerami padi dan variasi nilai massa udara konveksi paksa yang digunakan, telah disajikan nilai komposisi *syngas* pada senyawa karbon monoksida atau CO, senyawa gas hidrogen atau H<sub>2</sub> dan senyawa gas metan atau CH<sub>4</sub>. Dimana kandungan nilai gas CO paling tinggi dengan menggunakan massa udara konveksi paksa 0.0086 kg/s didapatkan nilai 16.34%, gas H<sub>2</sub> paling tinggi juga menggunakan variasi massa udara konveksi paksa 0.0085 kg/s diperoleh sebesar 12.50%, sedangkan gas CH<sub>4</sub> paling tinggi dengan menggunakan massa udara konveksi paksa 0.0080 kg/s didapatkan nilai sebesar 2.00%. Nilai tar yang paling rendah merupakan proses gasifikasi paling baik untuk nilai *syngas* yaitu dengan menggunakan massa udara konveksi paksa sebesar 0.0085 kg/s didapatkan nilai 73.80 mg/m<sup>3</sup>. Massa abu terendah, menggunakan variasi massa udara konveksi paksa 0.0086kg/s didapatkan nilai massa abu sebesar 80.45 gr. Maka kesimpulan yang dapat ditarik pada penelitian ini adalah variasi terbaik dari massa udara konveksi alami yang paling optimal pada proses gasifikasi tersebut yaitu menggunakan massa udara konveksi paksa sebesar 0.0086kg/s.

### REFERENSI

- [1] Abrar Ridwan, B.I. 2018. 'Analisis Pengaruh Variasi Bahan Bakar Biomassa Terhadap Mampu Nyala Dan Kandungan Tar Pada Reaktor Gasifikasi Updraft', Jurnal ENGINE, 2(1), pp. 7–17.
- [2] Basu, P. 2010. *Biomass gasification and pyrolysis: practical design and theory*. Academic press.
- [3] Gafur, A., Sudarmanta, B. and Saleh, A.R. 2021. 'Pengaruh masukan udara bertingkat pada proses gasifikasi pelepah kelapa sawit terhadap distribusi temperatur dan kandungan tar', Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin, 6(1), pp. 9–17.
- [4] Irawan, I., Amir, N. and Budiarto, K. 2021. 'Pengembangan Studi Gasifikasi Tongkol Jagung Untuk Meningkatkan Performa Reaktor Downdraft Dengan Masukan Dua Udara Bertingkat', Rekayasa, 14(1), pp. 49–56.
- [5] Primawan, R.W. and Sudarmanta, B. 2017. 'Experimental Study on the Influence of Air Mass Flow Rate in the Gasification Process of Municipal Solid Waste (Msw) on Downdraft Gasifier to the Tar and Carbon Conversion Rate', National 12th Mechanical Engineering Seminar at Petra Christian University, pp. 44–47.
- [6] Red and Das 1988. 'Handbook of Biomass Downdraft Gasifier Engine Systems', p. 140.

- [7] Subroto and Saputra, N. (2016) '*Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Kinerja Tungku Gasifikasi Sekam Padi Tipe Downdraft Kontiniu*', 17(2), pp. 13–22.
- [8] Suhendi, E. et al. 2017. '*Pengaruh Laju Alir Udara Dan Waktu Proses Gasifikasi Terhadap Gas Producer Limbah Tangkai Daun Tembakau Menggunakan Gasifier Tipe Downdraft*', *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 5(2), pp. 45–53.
- [9] Trianto, M.A. and Sudarmanta, B. (2017) '*Pengaruh Suhu Proses Gasifikasi Pellet Municipal Solid Waste (MSW) Terhadap Ujuk Kerja Reaktor Gasifikasi Tipe Downdraft Berpengendali Suhu Pada Zona Partial Combustion Sistem Kontinyu*', *Advanced Drug Delivery Reviews*, 135, pp. 989–1011.